

TURBO-MOLECULAR PUMP

Publication number: JP2002054593 (A)

Publication date: 2002-02-20

Inventor(s): ASHIDA OSAMU +

Applicant(s): SHIMADZU CORP +

Classification:

- International: F04D19/04; F04D29/04; F04D29/056; F04D29/058; F04D29/059;
F16C32/04; F04D19/00; F04D29/04; F04D29/05; F16C32/04;
(IPC1-7): F04D19/04; F04D29/04; F16C32/04

- European:

Application number: JP20000243562 20000811

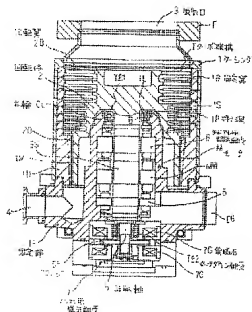
Priority number(s): JP20000243562 20000811

Also published as:

JP4438195 (B2)

Abstract of JP 2002054593 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a turbo-molecular pump free of such an occurrence that Joule's heat is generated from the rotary shaft owing to its rotation to result in a temperature rise.
SOLUTION: The inner ring IL of a touch-down bearing TB1 is made of a material having a low density of residual magnetic flux. Accordingly no magnetization of inner ring IL will take place even if magnets 5N and 5S of the rotary shaft 5 penetrate the touch-down bearing TB1 when pump is to be assembled, and no Joule's heat is generated from the rotary shaft despite its rotation, and it is possible to prevent the rotary shaft 5 and rotor blades 5B from getting a high temperature.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ケーシングの内面に設置された固定翼と回転翼との組み合わせからなるターボ機構を複数段有するとともに、回転翼はそれと一体の回転軸を介して前記ケーシングと一体の固定部に対し軸受を介して回転自在に支持され、かつこの回転軸はその内方に設けた永久磁石と前記固定部に設けた電機子巻線にて構成されたモータによって回転駆動され、ケーシングの吸気口からの分子を排気口に排気するポンプであって、前記軸受は回転軸を固定部に対し磁力にて支持する磁気軸受と停止時に回転翼を接触支持するタッチダウン軸受とを併設したターボ分子ポンプにおいて、前記回転軸が挿通されるタッチダウン軸受の内輪を低残留磁束密度の材料にて構成したことを特徴とするターボ分子ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータにて回転軸を介して回転駆動される回転翼と、この回転翼に対向してケーシングに固定設置された固定翼との組み合わせからなるターボ機構を複数段備え、このターボ機構の作動によって前記ケーシングの吸気口側より排気口側へ排気を行うターボ分子ポンプに関する。

【0002】

【従来の技術】ターボ分子ポンプは、回転翼と固定翼との組み合わせからなるターボ機構の作動により排気を行うもので、このターボ分子ポンプの構成は図1に示すとおりである。このターボ分子ポンプは、たとえばアルミニウム合金製の固定部1 Fとケーシング1 を主体として構成されるとともに、固定部1 Fの中央内方には、モータMにて回転駆動される回転軸5 が回転自在に配設されている。この回転軸5 には回転体2 が一体的に結合されるとともに、この回転体2 の外周には回転翼2 Bが突設されている。他方、ケーシング1 の内周には、積層形にリング状のスペーサ1 Sが設置され、この各スペーサ1 S間に基端が保持され、かつ内方に突設された固定翼1 Bが設けられている。この回転翼2 Bと固定翼1 Bとの組み合わせにより、ターボ機構Tが構成される。そして、このターボ機構Tの作動、すなわち回転翼2 B側の高速回転によって、吸気口3 から吸入したガス分子をこのターボ機構Tによって叩き飛ばし、排気口4 に向かって圧縮排気するのである。

【0003】さらに、この回転体2 の排気口4 の側の端部には、回転円筒部2 Dが延設されていて、この回転円筒部2 Dがケーシング1 に固設された固定円筒部1 Dの内周面に近接対応している。さらに、この固定円筒部1 Dには、2点鎖線で示すように、内周面に螺旋溝1 Mが刻設されている。そして、この螺旋溝1 Mと回転円筒部2 Dとの協働により、粘性流による排気機能が行われるモレキュラードラッグポンプが構成されている。このように、ターボ機構とモレキュラードラッグポンプとを結

合させたターボ分子ポンプをハイブリッド形ターボ分子ポンプと称している。Fは吸気口3 を被排気室に接続するためのフランジである。

【0004】なお、回転体2 も高速回転に耐えるために、アルミニウム合金などの金属材料で製作されている。また、図示例の場合、回転体2 と一体の回転軸5 は、上下一對のラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 によって、固定部1 Fに対して非接触式に支持される。5 Fは回転軸5 に固着されたフランジで、このフランジ5 Fと電磁石7 Gとの組み合わせによりスラスト用磁気軸受7 が構成されている。すなわち、分子の排気を行うためにはターボ機構Tが高速で作動することが求められるが、高速回転を通常の玉軸受のような接触形の軸受を採用すると高温となり、焼付き、膨張等から損傷し、あるいはポンプの性能を低下させるからである。このような事情からターボ分子ポンプにおいては、ラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 が常用されている。

【0005】さらに、この磁気軸受形のターボ分子ポンプにおいては、ポンプ静止時、すなわち運転停止時にはこのラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 は機能せず、通常の玉軸受等によるタッチダウン軸受TB1、TB2にて軸支するようにしている。非常時の場合も、このタッチダウン軸受TB1、TB2が回転翼2 Bを支承するようにになっている。なお、このタッチダウン軸受TB1、TB2とラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 は同一軸上に配置されている。1 Pはタッチダウン軸受TB1を固定部1 Fの頂部に固定保持するための押え環である。

【0006】ところで、モータMは回転軸5 と固定部1 Fの間で構成された高周波モータで、具体的には図4に示すように、回転軸5 にはN極としての永久磁石5 N、S極としての永久磁石5 Sが埋設され、その外周をスリッパ5 Lで覆って構成されており、他方固定部1 Fの側の内周面には電機子巻線MWが設置され、この両者の組み合わせによって構成されている。なお、5 Pはスペーサである。EGはモータMへの電気エネルギーを供給するための電源接続部である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このような磁気軸受形のターボ分子ポンプを組み立てる場合、その行程の中でケーシング1 内の固定部1 FにモータMを構成する電機子巻線MWとともにラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 とタッチダウン軸受TB1、TB2を設置し、その後回転翼2 Bと一体の回転軸5 をこの固定部1 Fに挿設する。この場合、回転軸5 をタッチダウン軸受TB1、TB2、そしてラジアル用磁気軸受6 およびスラスト用磁気軸受7 の内方を挿通させることになる。

【0008】この時、回転軸5 に埋設されたN極の永久磁石5 N、S極の永久磁石5 Sの境界によってタッチダ

ウン軸受T B 1の内輪（インナーレース）I Lが磁化される。そして、内輪に残留磁場が生成される。すなわち、タッチダウン軸受T B 1、T B 2の内輪I Lは、従来では軸受鋼とかマルテンサイト系ステンレス鋼、あるいは工具鋼などに作成されている。したがって、回転軸5がN極の永久磁石5 N、S極の永久磁石5 Sを挿通すると、この内輪I Lに磁場が残留することになるのである。磁場が残留すると、回転軸5と内輪I Lとの間には図3に示されるように磁気回路が形成される。

【0009】図3は固定環1 Pに押え環1 Pによって固定されたタッチダウン軸受T B 1と回転軸5を横断面で切断した断面図であるが、図示のように内輪I Lに磁場が残留し磁気回路G Kが形成される。この磁気回路G Kの形成によって回転軸5に対して電磁制動、すなわち静止状態を保持させる力が作用する。

【0010】この電磁制動が作用している状態で回転軸5を強制的に回転させると、過電流が発生する。この過電流の発生によって回転軸5の磁石を含む導体材料に電流が流れることになり、この電流の流れによってジュールの法則による熱が生起する。すなわち、このジュールの法則によれば、1ワットの電力を使って導体を通る電流は、1秒あたり0.24カロリーの熱を発生することになるが、発明者らの実験によれば、内輪I Lが磁化された場合、磁化されなかった場合に比較して損耗20度ないし損耗30度高くなっていることが確認された。なお、図3においてO Lは外輪であり、Bは軸受としての転動体である球体（玉）である。

【0011】電気エネルギーが回転エネルギーに変換され、回転軸5が回転されるわけであるが、発熱は回転エネルギーが熱の発生にも消費されたことを意味する。発熱をより防止するために磁気軸受方式が採用されているわけであるが、ターボ分子ポンプの場合、回転軸5は毎分数万回転回っていて、高速回転であるためにポンプ全体が発熱体であり、この損耗20から損耗30度の上昇はポンプの機能に極めて有害である。すなわち、このジュールの法則による発熱は、回転翼2 Bの発熱を招来することになるが、この発熱による昇温が回転翼2 Bの材料の許容温度を超えるとポンプの破損や性能低下につながるようになる。本発明はこのような課題を解決するターボ分子ポンプを提供せんとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明が提供するターボ分子ポンプは、上記課題を解決するために、タッチダウン軸受を併設した磁気軸受採用のターボ分子ポンプであって、回転軸が挿通するタッチダウン軸受の内輪の材質を低残留磁束密度の物質で構成する。したがって、ポンプ組立時において回転軸をタッチダウン軸受の内輪に挿通しても、この内輪に磁場が残留しない。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施例

にしたがって説明する。本発明によるターボ分子ポンプの構成は図1におけるタッチダウン軸受T B 1、T B 2の構成材料に特徴がある。特に、組立時における回転軸5がその内方を挿通するタッチダウン軸受、すなわち、上方のタッチダウン軸受T B 1の構成材料に特徴がある。

【0014】図2は、図3と同様図1における上方のタッチダウン軸受T B 1の部分を横断して示す図で、本発明において内輪I Lは低残留磁束密度の材質で形成されている。具体的にはオーステナイト系ステンレス鋼で構成する。オーステナイト系ステンレス鋼は、いわゆる固溶体状態でつくられたステンレス鋼に磁化を受けてもその磁束が残留しない特性を有している。したがって、ポンプ組立時回転軸5に埋設されている永久磁石5 N、5 Sが挿通しても、それによって内輪I Lに磁束が残留しない。本発明が提供するターボ分子ポンプは以上説明したとおりであるから、組立後ポンプを運転し回転軸5を高速回転させても回転軸5にジュール熱に伴う発熱は生起しない。

【0015】本発明が提供するターボ分子ポンプは以上詳述したとおりであるが、上記ならびに図示例に限定されるものではなく、種々の変形実施例を包含するものである。まず第1は、タッチダウン軸受T B 1の内輪の材質であるが、上記以外にもたとえばセラミックス、すなわち具体的に窒化硅素材料を使用することができ。その外にも要は磁束が残留しにくい材質、すなわち磁化されにくい材質であって軸受の構成要素として機能するものであればよく、上記2例の材料に限定されるものではない。

【0016】なお、ターボ分子ポンプの形式、構成については、本発明の要点と直接的に関係なく、種々の形式、構成のターボ分子ポンプに適用できる。たとえば、図示例はハイブリッド形のターボ分子ポンプであるが、タービン翼だけの形式のターボ分子ポンプにも適用できる。また、ラジアル用磁気軸受6およびスラスト用磁気軸受7の配置やタッチダウン軸受T B 1、T B 2の個数、配設の仕方などについても種々の変形実施例を挙げることができる。また、タッチダウン軸受T B 1、T B 2の形式について、図示例では玉軸受の例を示したが、ローラ軸受とすることもでき、玉軸受のみに限定されるものではない。本発明は、これらすべての変形実施例を包含する。

【0017】

【発明の効果】本発明が提供するターボ分子ポンプは以上詳述したとおりであるから、回転翼の無用な温度上昇を防止することができる。そして、回転翼の安全性が向上しポンプの寿命を長くすることができ、耐久性の大きいターボ分子ポンプを提供することができる。さらに、タッチダウン軸受の寿命も長く、高温化されいので、流量の上限値を増大でき、幅広い運転条件に対応で

きるターボ分子ポンプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ターボ分子ポンプの構成を示す図である。

【図2】本発明によるターボ分子ポンプの軸受構成を示す図である。

【図3】従来におけるターボ分子ポンプの軸受構成を示す図である。

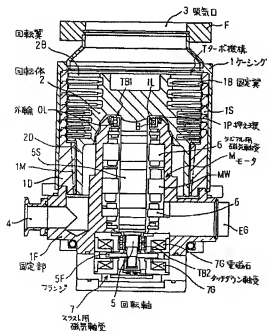
【図4】ターボ分子ポンプにおける回転軸の構成を示す図である。

【符号の説明】

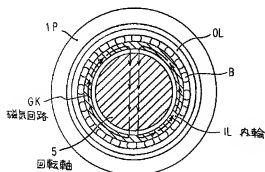
- 1 … ケーシング
- 1 B … 固定翼
- 1 D … 固定円筒部
- 2 … 回転体

- 2 B … 回転翼
- 2 D … 回転円筒部
- 3 … 吸気口
- 4 … 排気口
- 5 … 回転軸
- 6 … ラジアル用磁気軸受
- 7 … スラスト用磁気軸受
- T B 1、T B 2 … タッチダウン軸受
- 1 P … 固定部
- 1 P … 押え環
- M … モータ
- 1 L … 内輪
- O L … 外輪

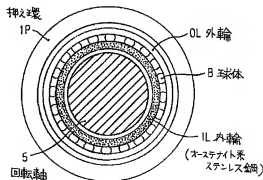
【図1】



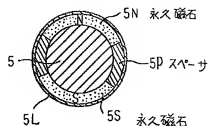
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H022 A01 A03 B05 CA11 CA12
CA16 CA18 C020 C061 D01
D12
3H031 D01 D02 D07 E01 E09
FA11 FA13 FA34
3J 12 A01 B03 BA19 CA14 C03
D02 D03 D09 F03 FA22
G05